

EFFECTO DE LA SIMULACIÓN DE RAMONEO EN PARÁMETROS ESTRUCTURALES DE TRES ESPECIES DEL MATORRAL MALLORQUÍN

M.J. BRONCANO¹, L. RIVERA-SÁNCHEZ¹, E. BARAZA², C. ESPUNYA³ Y J. BARTOLOMÉ FILELLA¹

¹ Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos. Grupo de Investigación en Rumiantes. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra (España). ² Departamento de Biología. Universitat de les Illes Balears. 07122 Palma de Mallorca (España). ³ Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (España). MariaJose.Broncano@uab.cat.

RESUMEN

La herbivoría por la cabra salvaje mallorquina y la cabra doméstica asilvestrada puede ser uno de los factores que determinen la regresión en que se encuentran las poblaciones de tres especies anteriormente abundantes y actualmente raras del matorral mallorquín: boj balear (*Buxus balearica*), canadillo (*Ephedra fragilis*) y enebro rojo (*Juniperus oxycedrus*). Para determinar esta afectación analizamos la respuesta de estas especies en condiciones de invernadero, a las que se les realizó una simulación de ramoneo cortando el 80% de sus brotes terminales y se les midió la variación en los parámetros estructurales de crecimiento y capacidad de generar brotes nuevos. La simulación de ramoneo produjo respuestas morfológicas diferentes en las tres especies estudiadas. Mientras en las tres especies aumenta la producción de brotes, el crecimiento en diámetro no aumenta de manera significativa en *B. balearica* ni en *E. fragilis*, y en *J. oxycedrus* se ve afectado negativamente. Por lo que respecta al crecimiento en altura, el ramoneo tiene un efecto positivo en *B. balearica* y *J. oxycedrus* y es indiferente en *E. fragilis*. El hecho de que *B. balearica* sea actualmente una especie poco ramoneada contribuiría a explicar su regresión.

Palabras clave: *Buxus balearica*, *Juniperus oxycedrus*, *Ephedra fragilis*, herbivorismo, resistencia al pastoreo.

INTRODUCCIÓN

Factores como el cambio climático, la agricultura y la ganadería han contribuido al enrarecimiento de muchas especies vegetales en ecosistemas insulares (p.e. Bates, 1956, Fernández-Palacios y Morici, 2005). Este podría ser caso de *Buxus balearica* Lam., *Ephedra fragilis* Desf. y *Juniperus oxycedrus* L. en la isla de Mallorca, cuyos registros polínicos muestran como a mediados del Holoceno dejan de ser abundantes en la isla (Yll et al., 1997). Poco se sabe del papel del herbivorismo en este proceso de enrarecimiento. Las tres especies son ricas en compuestos secundarios que disminuirían su palatabilidad (Khuong-Huu et al, 1996; Adams et al, 1999; Caveney et al., 2001). Hasta mediados del Holoceno, la isla estuvo

habitada por *Myotragus balearicus*, un artiodáctilo de pequeño tamaño capaz de consumir grandes cantidades de *B.balearica* (Bartolomé *et al.*, 2011). Esta especie animal se extinguió coincidiendo con la introducción por el hombre de la cabra doméstica. Las características como ramoneador de *Myotragus* hacen pensar un posible solapamiento del nicho trófico de ambas especies. Sin embargo, el consumo de estas leñosas por parte de la cabra actual es muy escaso, excepto para el caso de *E.fragilis* (Rivera, 2014). Ante estas evidencias cabe plantearse la hipótesis de que la falta de presión de herbivoría haya contribuido al enrarecimiento de algunas de estas especies.

La respuesta de las plantas al herbivorismo es variada e incluye cambios en la planta a nivel bioquímico, fisiológico y en sus características morfológicas. Estos cambios se agrupan en dos tipos de respuestas: la tolerancia por compensación del daño causado por la herbivoría a los tejidos (Strauss y Agrawal, 1999) y la reducción de la probabilidad de futuros daños, induciendo la defensa bioquímica (Karban y Baldwin, 1997). La respuesta de la tolerancia incluye mecanismos de rebrote de los tejidos dañados, reasignación de la biomasa e incremento de la tasa fotosintética (Rosenthal y Kotanen, 1994; Strauss y Agrawal, 1999). En el presente estudio se analiza experimentalmente la respuesta a la simulación de herbivoría (mediante poda) en el crecimiento de las plantas y en su capacidad de generar nuevos brotes. Con ello podremos valorar la tolerancia de estas tres especies en regresión en las Islas Baleares.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el invernadero situado en los campos experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona durante los meses de noviembre de 2013 a mayo de 2014. El riego era automático (35 ml/min) e iba variando de semana en semana en función del grado de humedad detectado en las plantas pero manteniendo un estado hídrico óptimo (durante el periodo más frío y húmedo solo se regaba durante 2 minutos diarios mientras que en los meses cálidos se regaba hasta 15 minutos). Las tres especies estudiadas fueron: el boj balear, *Buxus balearica* (Buxacea), el enebro rojo, *Juniperus oxycedrus* (Cupresacea) y el canadillo, *Ephedra fragilis* (Efedracea). *B.balearica* es una especie relictas del Terciario que tiene la capacidad de reproducirse asexualmente por rebrotes y esquejes. *J. oxycedrus* y *E.fragilis* son especies cuyas poblaciones se encuentran en proceso de regresión desde el Holoceno. Las plantas utilizadas en el experimento fueron proporcionadas por un vivero

forestal. Las plantas de *B.balearica* provenían de esquejes de plantas adultas de las Baleares y tenían una edad de 3 años. Las plantas de *J.oxycedrus* y *E.fragilis* procedían de semilla y presentaban una edad de 2 años. Todas ellas fueron trasplantadas a contenedores de 2,5 litros con sustrato compuesto por un 50% de fibra de coco y un 50% de turba rubia fertilizada.

El diseño experimental consistió en la aplicación del factor “poda” con dos niveles de actuación: 1) tratamiento de poda (P), donde se cortaron el 80% de los brotes terminales (respetando el brote apical) de cada planta simulando una presión alta de herbivoría, y 2) tratamiento control (C), a los que no se aplicó tratamiento. En total se utilizaron 240 plantas, 80 de cada especie. De esas, la mitad recibieron el tratamiento de poda y la otra mitad se mantuvieron como control. El tratamiento de poda se aplicó en noviembre de 2013 y la respuesta se monitorizó en mayo de 2014 después de que rebrotaran las plantas. Las variables consideradas fueron el diámetro del tallo en la base y la altura de la planta. Para permitir la comparación entre especies se obtuvieron los valores de las tasas de crecimiento relativo (*Relative Growth Rate*), RGR diámetro y RGR altura, y el número de rebrotes nuevos. Para el análisis de los datos se utilizaron ANOVAs previa transformación logarítmica de los datos cuando fue necesario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto a la tasa de crecimiento relativo en diámetro basal, al analizar las tres especies conjuntamente resultó significativo el factor especie ($p < 0,0001$) y la interacción especie-tratamiento ($p = 0,0030$). Las tres especies crecieron en diámetro de manera diferente en función del tratamiento. Así, *B.balearica* y *E.fragilis* crecieron al aplicar el tratamiento de poda mientras que en *J.oxycedrus* se observaron mayores crecimientos en los tratamientos de control (Figura 1A). Al analizar cada especie por separado se obtuvo que el efecto del tratamiento de poda sólo fue significativo en *J.oxycedrus* ($p = 0,0005$) indicando un menor crecimiento en diámetro con el tratamiento de poda.

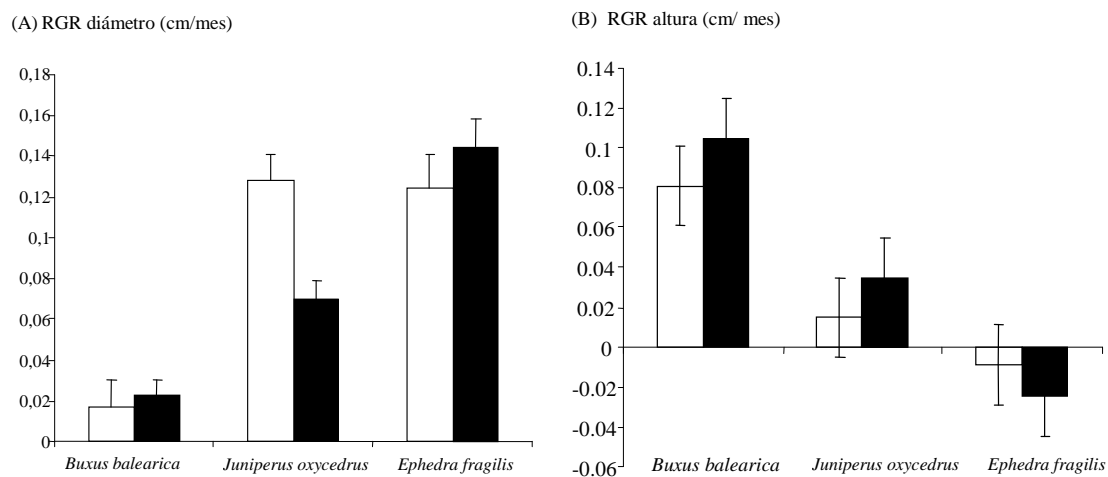


Figura 1. (A) Tasa de crecimiento relativo en diámetro de *B. balearica*, *J. oxycedrus* y *E. fragilis* en los tratamientos de poda (negro) y control (blanco). (B) Tasa de crecimiento relativo en altura o de *B. balearica*, *J. oxycedrus* y *E. fragilis* en los tratamientos de poda (negro) y control (blanco).

En relación a la RGR en altura, si consideramos las tres especies conjuntamente resultó también significativo el factor especie ($p < 0,0001$) y la interacción especie-tratamiento ($p = 0,0442$). *B. balearica* y *J. oxycedrus* presentaron un crecimiento superior en altura en los tratamientos de poda respecto al control, mientras que en *E. fragilis* el crecimiento en altura fue negativo en los dos tratamientos (Figura 1B). Al analizar el efecto del tratamiento en cada especie por separado, el efecto de la poda en el crecimiento en altura fue significativamente mayor en los tratamientos de poda tanto para *B. balearica* ($p = 0,0314$) como para *J. oxycedrus* ($p = 0,0003$) mientras que para *E. fragilis* la altura disminuyó durante el periodo de observación pero no varió entre tratamientos ($p = 0,3649$).

Las tres especies consideradas incrementaron significativamente la producción de brotes nuevos con el tratamiento de poda ($p < 0,0001$ en las tres especies) pero *E. fragilis* mucho menos respecto a las otras dos especies (Figura 2). Las plantas control de *E. fragilis* perdieron gran parte de sus brotes iniciales pero el tratamiento de poda favoreció su producción. Esta podría considerarse una clara adaptación al herbivorismo, pues los tallos de esta especie son apreciados por los caprinos (Le Houreou, 1980).

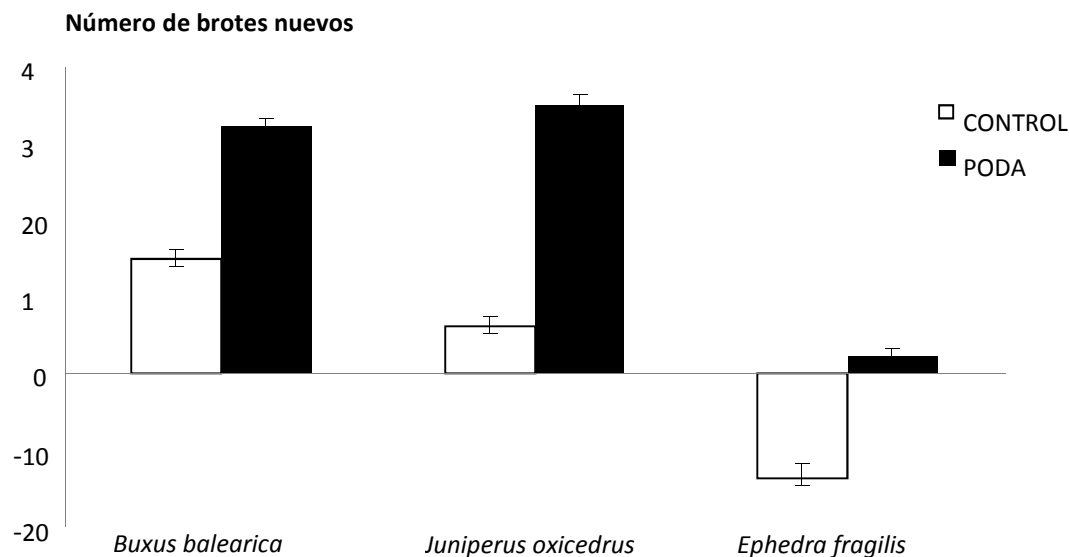


Figura 2. Número de brotes nuevos de *B. balearica*, *J. oxycedrus* y *E. fragilis* en los tratamientos de poda (negro) y control (blanco).

La poda, o simulación de ramoneo, produce respuestas morfológicas diferentes en las tres especies estudiadas. Así, en el caso de *B. balearica*, el tratamiento de poda no estimula el crecimiento en diámetro de manera significativa pero si lo hace en el crecimiento en altura y en la producción de brotes nuevos. Esto indicaría que el herbivorismo podría contribuir al mantenimiento de las poblaciones adultas de *B. balearica*, en concordancia con el trabajo de Lázaro (2005), quien sostiene que la regresión de la especie se debe fundamentalmente a cambios climáticos pero que las poblaciones actuales se mantienen gracias a la longevidad y resistencia de los individuos adultos. En el caso de *J. oxycedrus* el crecimiento en diámetro se ve afectado negativamente por la poda pero a su vez el crecimiento en altura y en producción de brotes son mayores que en los controles. El efecto negativo del ramoneo sobre el crecimiento de especies próximas, como *Juniperus communis* ha sido puesto de manifiesto por Clifton *et al.* (1997). Por otro lado, *J. oxycedrus* posee una buena capacidad de respuesta ante perturbaciones como puede ser el fuego (López-Soria y Castell, 1992). En el caso de *E. fragilis*, la poda no afecta significativamente al crecimiento en diámetro y altura pero si en la producción de brotes nuevos. El hecho de que *E. fragilis* disminuyera en altura a lo largo del experimento en ambos tratamientos resulta difícil de explicar, aunque quizás este comportamiento esté relacionado con las condiciones de invernadero o por un desarrollo en anchura en lugar de altura. También resulta difícil de explicar que esta especie disminuya el número de brotes nuevos en el tratamiento control, mientras que los aumente con la poda. En

los tres casos parece evidente que el efecto del herbivorismo actuaría como estimulante de la producción de brotes.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se puede concluir que las tres especies consideradas presentan respuestas claras a la poda o herbivorismo. En general pueden considerarse tolerantes ya que todas ellas aumentan el número de brotes nuevos. Además, *B.balearica* y *J. oxycedrus* también aumentan en altura. Sin embargo, *J. oxycedrus* podría considerarse la menos tolerante ya que la poda provoca una disminución en el crecimiento en diámetro basal.

Esta tolerancia al herbivorismo podría estar relacionada con el largo periodo de coexistencia en la isla con un ramoneador como *Myotragus balearicus*. El hecho de que los herbívoros actuales apenas incluyan en su dieta a *B.balearica* podría contribuir a su recesión, en el sentido de que habrían disminuido los estímulos de rebrote y crecimiento compensatorio. En el caso de *J.oxycedrus* y *E.fragilis*, a pesar de que algunos parámetros responden de forma positiva o negativa a la poda, serían necesarios más estudios para determinar el control que pueda tener el herbivorismo sobre ambas especies.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido posible gracias a la financiación obtenida del Ministerio de Ciencia e Innovación para los proyectos CGL2010-22116 y CGL2010-17889.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS R., ALTAREJOS J., FERNÁNDEZ C. Y CAMACHO, A. (1999) The leaf essential oils and taxonomy of *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*, subsp. *badia* (H.Gay) Debeaux and subsp. *macrocarpa*, (Sibth. & Sm.) Ball. *Journal of Essential Oils Research*, 11:167-172.
- BARTOLOMÉ J, RETUERTO C, MARTÍNEZ X, ALCOVER A, BOVER P, CASSINELLO J. Y BARAZA, E. (2011) Sobre la dieta de *Myotragus balearicus* un bóvido sumamente modificado del Pleistoceno-Holoceno de las Baleares. *Naturaleza Aragonesa*, 27: 4-7.
- BATES M. (1956) Man as an agent in the spread of organisms. In: William L. Thomas Jr., Editor, *Man's role in changing the face of the earth*, University of Chicago Press, Chicago (1956), pp. 788-804.
- CAVENEY S., CHARLET D.A., FREITAG H., MAIER-STOLTE M. Y STARRATT A.N. (2001) New observations on the secondary chemistry of world Ephedra (Ephedraceae). *American Journal of Botany*, 88:1199-1208.

- CLIFTON, S.J., WARD, L.K. Y RANNER D.S. (1997) The status of juniper *Juniperus communis* L.in North East England. *Biological Conservation*, 79:67-77.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS J.M. Y MORICI C.(2005) *Ecología Insular*. Asociación Española de Ecología Terrestre - Cabildo Insular de La Palma. Ed: Sarah Brunel pp. 251–276.
- KARBAN R. Y BALDWIN I.T (1997) *Induced Responses to Herbivory*. University Chicago Press, Chicago, Illinois.
- KHHUONG-HUU F., HERLEM-GAULIER D.S., KHHUONG-HUU M.Q., STALISNAS E. Y GOUTAREL, R. (1996) Alcaloides de *Buxus balearica* Willd.; Cycloprotobuxine-D, Buxamine-E, Buxaminol-E, N-Isobutryl - Baleabuxidine-F, N-Benzoyl - Baleabuxidine-F, Baleabuxoxazine-C, N-Isobutryl - Baleabuxidienine-F, N-Benzoyl - Baleabuxodienine-F, N-Isobutyryl - Baleabuxaline-F. *Tetrahedron*, 22:3321-3327.
- LÁZARO A. (2005) Aspectos ecológicos y filogeográficos del relicto mediterráneo *Buxus balearica* en poblaciones insulares y continentales. Tesis doctoral. Departament de Recursos Naturals. Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA).
- LE HOUEROU H.N. (1980) *Browse in Africa*. International Livestock Centre for Africa Addis Ababa, Ethiopia.
- LÓPEZ-SORIA L. Y CASTELL C. (1992) Comparative genet survival after fire in woody Mediterranean species. *Oecologia*, 91(4): 493-499.
- RIVERA L. (2014) *Ecología trófica de ungulados en condiciones de insularidad*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra.
- ROSENTHAL J.P. Y KOTANEN P.M. (1994) Terrestrial plant tolerance to herbivory. *Trends in Ecology and Evolution*, 9: 145–148.
- STRAUSS S.Y. Y AGRAWAL A.A. (1999) The ecology and evolution of plant tolerance to herbivory. *Trends in Ecology and Evolution*, 5: 179–185.
- YLL E., PÉREZ-OBÍOL R., PANTALEON-CANO J. Y ROURE J.M. (1997) Palynological Evidence for Climatic Change y Human Activity during the Holocene on Minorca (Balearic Islands). *Quaternary Research*, 48:339-347.

EFFECT OF SIMULATED BROWSING ON STRUCTURAL PARAMETERS IN THREE SPECIES OF THE MALLORCAN SHRUBLAND

SUMMARY

Herbivory by Wild Goat Mallorcan and feral domestic goat can be one of the factors determining the regression found in populations of three species present in the Majorcan scrubland: *Buxus balearica*, *Ephedra fragilis* and *Juniperus oxycedrus*. To determine the involvement, we analyze the response of these three species under greenhouse conditions, which are subject to a simulation browsing cutting 80% of its terminal buds. For this we measure the variation occurring in the structural parameters of growth (maximum diameter and height) and the ability to generate new growth in each of the plants. Pruning or browsing simulation produces different

morphological responses in the three species. Thus, in the case of *B.balearica* pruning treatment does not stimulate diameter growth significantly but if it does in height growth and production of new shoots. In *J.oxycedrus*, diameter growth is adversely affected by pruning but in turn is positive on growth in height and shoot production. And in the case of *E.fragilis*, pruning does not significantly affect growth in diameter and height, but in the production of new shoots. Pruning or browse provoke further growth in *B.balearica* and *J.oxycedrus* height, as well as a greater number of sprouts in all three species. The fact that *B.balearica* is currently little browsed could explain his regression.

Keywords: *Buxus balearica*, *Juniperus oxycedrus*, *Ephedra fragilis*, herbivorism, tolerance to herbivory.